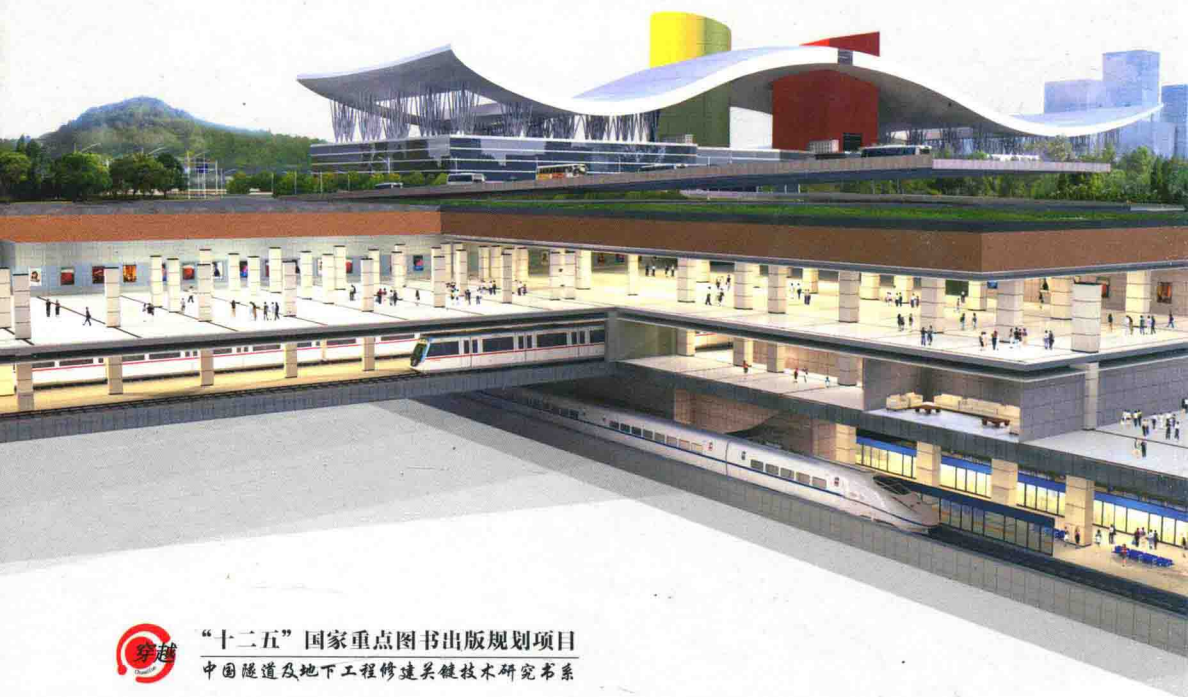




“十二五”国家重点图书出版规划项目
中国隧道及地下工程修建关键技术研究书系

无伸缩缝 超大

Wushensuofeng
Chao da Dixia Jiaotong Shuniu
Sheji yu Jianzao Guanjian Jishu

地下交通枢纽设计
与建造关键技术

刘卡丁 吴承伟 朱 丹◎主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



“十二五”国家重点图书出版规划项目
中国隧道及地下工程修建关键技术丛书

无伸缩缝 超大

Wushensuofeng
Chaoda Dixia Jiaotong Shuniu
Sheji yu Jianzao Guanjian Jishu

地下交通枢纽设计
与建造关键技术

刘卡丁 吴承伟 朱 丹 主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书以深圳福田超大型多层地下综合交通枢纽为例,研究超大型混凝土结构无伸缩缝设计和建造的若干关键技术。全书分为三章,内容主要包括无伸缩缝超大型地下综合交通枢纽安全设计力学理论基础、无伸缩缝超大型地下综合交通枢纽建造中的关键技术,以及无伸缩缝超大型地下综合交通枢纽工程实践。

本书可作为地下结构工程设计和研究人员的参考书,也可供大专院校土木工程等相关专业学生学习。

图书在版编目(CIP)数据

无伸缩缝超大地下交通枢纽设计与建造关键技术/
刘卡丁, 吴承伟, 朱丹主编. —北京: 人民交通出版社
股份有限公司, 2015. 12

ISBN 978-7-114-12681-9

I. ①无… II. ①刘…②吴…③朱… III. ①地下工
程—交通运输中心—建筑设计②地下工程—交通运输中心
—建筑工程 IV. ①U115

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 311389 号

书 名: 无伸缩缝超大地下交通枢纽设计与建造关键技术

著 作 者: 刘卡丁 吴承伟 朱 丹

责任编辑: 李 坤

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 720×960 1/16

印 张: 12.25

字 数: 200 千

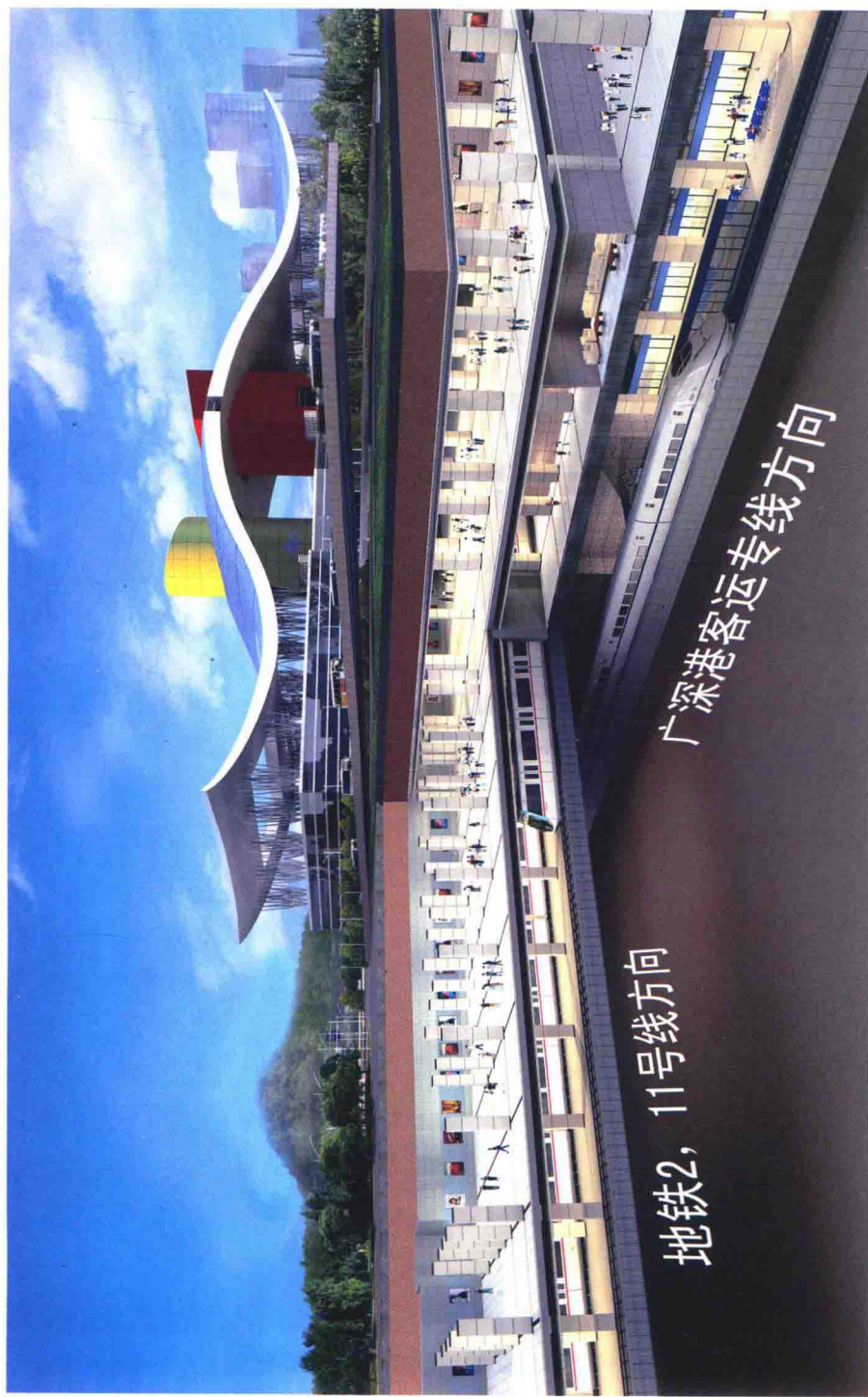
版 次: 2015 年 12 月 第 1 版

印 次: 2015 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12681-9

定 价: 66.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)



广深港客运专线方向

地铁2, 11号线方向

福田枢纽效果图



福田枢纽工地



施工中的地铁中心公园停车场主体结构(一)



施工中的地铁中心公园停车场主体结构(二)



施工中的地铁中心公园停车场主体结构(三)



施工中的地铁中心公园停车场主体结构(四)



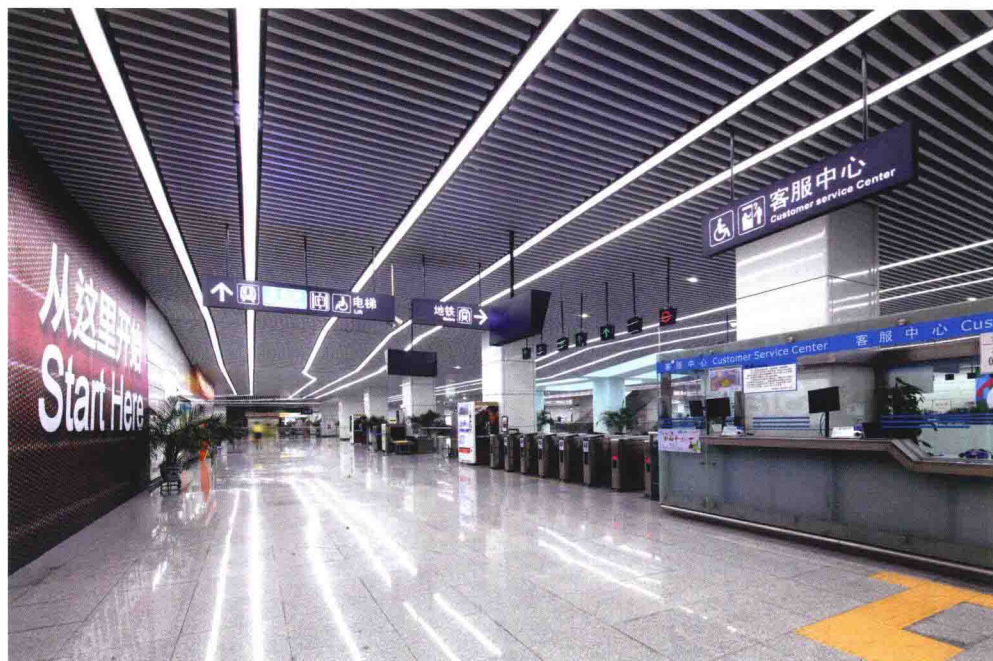
施工中的地铁中心公园停车场主体结构(五)



运营中的地铁中心公园停车场(一)



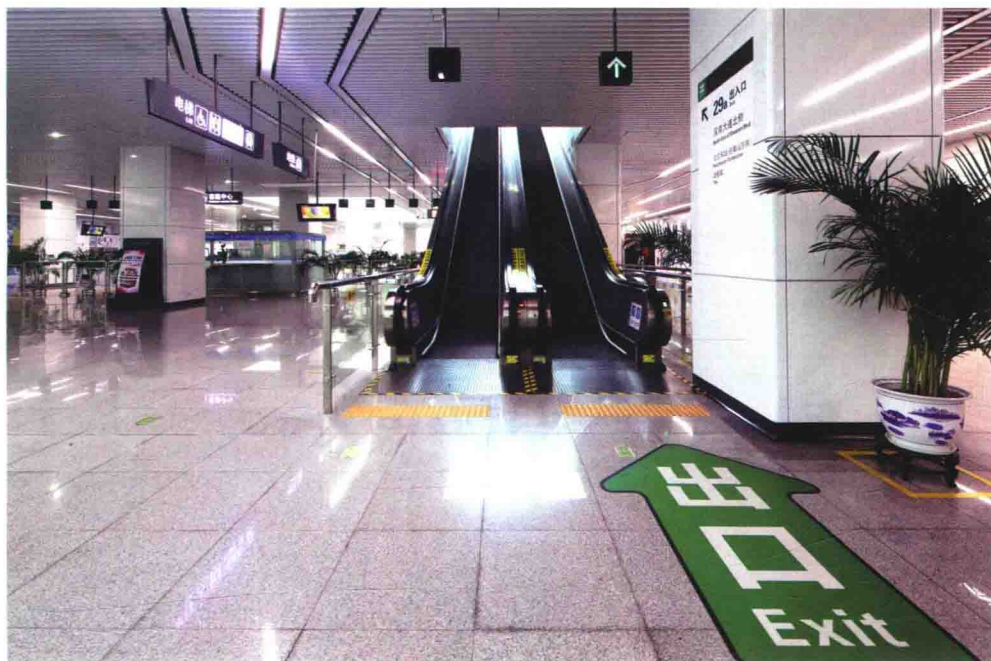
运营中的地铁中心公园停车场(二)



运营中的深圳福田枢纽(一)



运营中的深圳福田枢纽(二)



运营中的深圳福田枢纽(三)



运营中的深圳福田枢纽(四)



运营中的深圳福田枢纽(五)



运营中的深圳福田枢纽(六)

本书编写人员

主 编：刘卡丁 吴承伟 朱 丹

副主编：杨少林 沈学军 杨 青 高宪民 孙 波

罗 杰 张海亮

参 编：（按姓氏笔画为序）

刁 伟 马莉莉 王文和 王立勇 王宏越

车轮飞 方东明 石端文 龙俊仁 卢 暘

叶玉萍 冯 坚 向恒飞 刘永平 刘 畅

刘 骁 孙光远 李平安 李香凡 李 辉

杨公正 杨琰峰 邱少辉 余 行 张中安

张伟森 张 波 张燕镭 陈远洲 陈爱莲

周明亮 周 勇 赵 影 姜连馥 郭大刚

唐 健 梅 林 龚维敏 常 趁 章建庆

梁 茵 董乃进 蒋 晔 覃 橘 谢 蓉

虞哲宁 蔡云标 熊 健 薛永星 董 志

陈永亮 胡志广 王东欣 杜万强 薛宇开

刘 立 赵顺增 武旭南 吴 勇

本书参编单位

深圳市地铁集团有限公司(建设单位)

中铁第四勘察设计院集团有限公司(勘察设计单位)

中铁十六局集团有限公司(施工总承包单位)

中铁十五局集团有限公司(施工总承包单位)

大连理工大学、大连理工大学深圳研究院(科研单位)

中国建筑材料科学研究总院(科研单位)

中国中铁二院工程集团有限责任公司(地铁总体设计单位)

上海市隧道工程轨道交通设计研究院(设计咨询单位)

铁四院(湖北)工程监理咨询有限公司(施工监理单位)

序

关于地下工程结构伸缩缝的设计、施工及工艺一直有很多争议,工程界对其设计理念、计算理论、使用寿命、维修保养和施工质量控制都有很多质疑。20多年前刘卡丁、周勇、于波等工程师提出了地铁主体结构不设伸缩缝的设想。经过多年的研究和不断实践,从小工程到大工程的应用,逐步摸清了钢筋混凝土结构伸缩缝的机理和解决办法,最终提出了不设伸缩缝的理论和措施,并在多个大型工程中应用,实践证明超大地下钢筋混凝土主体结构不设伸缩缝的工程实践是成功的,为进一步的科学研究提供了很好的样本,为规范的修编提供了成功的案例。特别是大连理工大学的吴承伟教授的理论研究支持了上述观点,又在我国最大的深圳福田地下综合交通枢纽成功应用。

深圳福田地下综合交通枢纽集地下高铁站,地铁2号线、3号线、11号线车站及南北配套服务区于一体,具有超长、超宽、超厚;主体结构长高比大、宽高比大;分块施工难度大,条件差,施工周期长等特点。刘卡丁、朱丹等主持了该项目的科研、设计、施工管理。结合理论分析、结构计算等研究,提出了该主体结构钢筋混凝土不设永久伸缩缝的设计理念。同时提出了以控制主体结构裂缝为目标,采取了一系列关键技术和工程措施,建成了9万 m^2 无伸缩缝的超大地下钢筋混凝土结构工程,可以说是一个了不起的创举,把我国地下工程的技术水平往前推进了一大步。该工程建成后4年多的运营使用情况良好,具有国内外领先水平,值得进一步研究和推广。

中国工程院院士



2015年10月12日

前 言

超长超大型地下综合交通枢纽是大城市不可缺少的现代化建筑,是关系到人类生命安全的重要公共场所,也是一个城市乃至国家的重要对外窗口。体现一个城市空间的综合开发实力。建筑设计最基本的要求是安全、可靠、实用、美观。超大型综合交通枢纽一般都是钢筋混凝土结构,均为地下或半地下的超静定结构,有防水、防火、抗震等多项技术要求。为了消除结构在施工和服役期间环境温度变化引起结构的应力变化,几百年来人们习惯上采用设计永久伸缩缝或者施工缝来释放温度应力。我国《钢筋混凝土结构设计规范》(GB 50010)明确规定,现浇钢筋混凝土的连续式结构,处于室内或土壤条件下伸缩缝间距为 40m,处于露天环境下伸缩缝间距为 30m;相应的无筋混凝土伸缩缝的间距分别为 30m 和 20m。对于建筑面积在 10 万 m^2 以上、建筑规模在数百米乃至上千米尺度的超长、超大型多层地下综合交通枢纽,仅伸缩缝就达数十条,不仅给设计和施工带来许多困难,增加了施工成本,降低了结构的抗震、防火能力,而且使用维护成本也陡然增加。大型地下交通枢纽伸缩缝材料不但在结构地基沉降、地震、火灾等情况下很容易发生破坏,而且容易老化失效。伸缩缝发生渗水现象是大型地下结构的顽疾,往往是不可彻底修复的,一般是“漏了补、修了漏”,似乎进入了死循环,被认为世界性难题。

刘卡丁、朱丹、周勇、蒋晔、高宪民等教授级高工,根据自己多年积累的设计与施工经验,在施仲衡、王振信等著名专家的支持和指导下,从 20 世纪 90 年代就开始在地铁车站等小型工程进行无伸缩缝的探索性试验。大连理工大学、深圳市地铁集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、大连理工大学深圳研究院、中国中铁二院集团有限责任公司等单位,经过多年来的理论研究、工程探索与实践,不断创新,把深圳福田超大型多层地下综合交通枢纽、深圳益田村地下双层停车场、深圳地铁中心公园地下停车场等多个大型地下工程设计建造成无伸缩缝超大型地下钢筋混凝土结构,全部获得成功。这些工程使用数年来,没有发现任何裂纹、渗

漏现象和其他工程质量问题,产生了巨大的社会效益和经济效益。

随着我国经济高速发展,各种超大型复杂地下钢筋混凝土结构越来越多,推广使用无伸缩缝设计与施工技术意义重大。现在把作者多年来的理论研究、工程实践与探索经验总结出来,结集成书,期望能够引起有关专家的重视,并尽快修改我国大型混凝土结构预留伸缩缝的设计、建造规范。此外,根据作者的研究与实践基础,地上超大型钢筋混凝土结构经过周密的理论研究、科学设计与施工,完全可以采用无伸缩缝技术。

本书以深圳福田超大型多层地下综合交通枢纽(三层箱式钢筋混凝土框架结构,最长 1025m,最宽 81.26m,最深 37.5m,加上三个地铁车站和南北商业配套,合计建筑面积 28 万 m^2) 的修建为基础编写而成,全书共分 3 章。第 1 章为无伸缩缝超大型地下综合交通枢纽安全设计力学理论基础;第 2 章为无伸缩缝超大型地下综合交通枢纽设计与建造关键技术;第 3 章为无伸缩缝超大型地下结构工程实践案例。

混凝土凝固期由于水化热等原因引起结构收缩产生的内应力已经有大量的研究,实践中也有很多成熟的技术消除和减小水化热等原因引起的结构内应力,因此本书在第 1 章基础理论部分不研究水化热效应,重点研究超大型混凝土结构全部完成浇筑和混凝土凝固后由于环境温度变化引起结构的应力变化规律。通过大规模有限元数值分析,研究各种可能的环境温度变化引起结构的内应力变化规律以及疲劳裂纹寿命,为超大型地下无伸缩缝混凝土结构设计提供理论基础。本书第 2 章以第 1 章的理论研究为基础,提出科学的设计理念和施工方案,凝练出设计与建造若干关键技术,并具体细化和分解,保证无伸缩缝工程的修建不仅有充足的理论作支撑,而且有科学严格的施工技术作保证。

本书中引为案例的深圳福田综合交通枢纽工程,包含广深港客运专线福田站,地铁 2 号线、3 号线、11 号线福田站,南北配套,益田路出租车场站等主要工程,枢纽主体工程全部位于地下,是我国首个全部位于地下的综合交通枢纽工程。枢纽工程由原铁道部和深圳市政府投资,深圳市地铁集团有限公司和广深港客运专线有限责任公司组织建设管理。其中广深港客运专线有限责任公司负责原铁道部投资部分,深圳市地铁集团有限公司负责深圳市投资部分。中铁第四勘察设计院集团有限公司负责整个枢纽的勘察设计总承包工作,负责枢纽的总体设计及技术标准的制定,同时承担了广深港客运专线福田站,地铁 2 号线、3 号线、11 号线,益田

路出租车场站等设计,并与中国建筑材料科学研究总院、大连理工大学、深圳大工研究院共同开展了“大型客站特殊结构关键技术研究”及“无伸缩缝超大地下交通枢纽设计与建造关键技术”的科研课题研究,其中的分课题二为超长混凝土结构防裂技术研究;中国中铁二院工程集团有限责任公司为地铁2号、3号、11号线勘察设计总体单位;深圳大学建筑设计研究院负责南北配套设计。上海市隧道工程轨道交通设计研究院承担地铁设计的咨询及审图。铁四院(湖北)工程监理咨询有限公司负责施工监理。中铁十五局集团有限公司负责广深港客运专线福田站及益田路出租车场站施工;中铁十六局集团有限公司负责地铁2号线、3号线、11号线及南北配套土建施工。

特别值得一提的是,作为深圳福田超大型多层地下综合交通枢纽工程的施工总承包单位,中铁十五、十六局集团有限公司在各个工序的施工中,始终坚持设计理念,在技术上保证了该枢纽工程设计意图的实现。优质的施工使该枢纽工程先后获得“深圳市文明工地”、“深圳市优质工程”、“中国土木工程詹天佑奖”等奖项。

作者的研究工作一直得到时任深圳市政府赵鹏林副秘书长的指导和支持,也得到了时任深圳市地铁3号线投资有限公司董事长王敏的支持、鼓励和帮助,在此表示感谢。同时,向所有在该工程科研、规划、勘察、设计、施工过程中,给予支持和帮助的各位领导和同仁,向所有参建的技术人员和工人表示诚挚的谢意。本书图片采用深圳火之鸟文化传播有限公司作品,一并表示感谢。

限于作者水平,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

刘卡丁 吴承伟 朱 丹

2015年5月